ESTUDIOS ECOLOGICOS EN EL PARAMO DE CRUZ VERDE, COLOMBIA. IV. LA ACTIVIDAD BIOLOGICA DEL SUELO EN DIFERENTES ASOCIACIONES VEGETALES

Por

MARIE-LUISE SCHNETTER * Y HERNÁN CARDOZO G.

Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

INTRODUCCION

Con frecuencia la actividad microbiológica de un suelo llama la atención de los ecólogos por la influencia decisiva que tienen los microorganismos sobre la formación y la fertilidad de los suelos. En las montañas altas de la tierra, bajo condiciones climáticas húmedas y frías, abundan suelos ricos en sustancia orgánica poco descompuesta (SCHEFFER y SCHACHTSCHABEL 1966). Esto se atribuye a una reducida actividad microbiológica. También en las zonas paramunas de Colombia son frecuentes suelos de este tipo que clasifica JENNY (1948, 1953) como suelos humíferos andinos y suelos humíferos de páramo.

Dentro de un trabajo ecológico en el Páramo de Cruz Verde (Departamento de Cundinamarca) se realizaron estudios sobre la respiración del suelo y la descomposición de la celulosa. Se formaría así una idea sobre la actividad microbiológica en aquel sitio. También se querían comprobar diferencias entre las siguientes asociaciones vegetales escogidas: de *Calamagrostis effusa* y *Altesteinia fimbriata*, de *Calamagrostis effusa*, *Espeletia grandiflora* y *Geranium santanderiense*, asociación degradada de *Diplostephium revolutum* y una asociación boscosa del bosque bajo de páramo que difieren no sólo con respecto a la composición vegetal sino también a profundidad y humedad del suelo. Una descripción detallada de las asociaciones vegetales, del clima y de los suelos de la región investigada se encuentra en los trabajos de R. SCHNETTER, LOZANO-C., M. L. SCHNETTER y CARDOZO G. (1976), y LOZANO C. y R. SCHNETTER (1976).

---

* Dirección actual: Botanisches Institut, 63 Giessen, Alemania.

METODOS

Para la determinación de la respiración del suelo se utilizó el método de HABER (1958), que usa la capacidad de KOH de absorber el CO_2, expulsado de un área despejada previamente de vegetación. Para este fin se coloca un frasco abierto que contiene 50 ml de KOH bajo un tarro que cubre el sitio en cuestión. Los tarros usados tenían un diámetro de 14 cm. Se trabajó con 5 réplicas en cada asociación. Las mediciones se realizaron generalmente entre las 10 a. m. y las 3 y 5 p. m.

La determinación de celulosólisis del suelo se realizó con el "test" descrito por UNGER (1966a) que usa bolsas de anjeo llenas con algodón de peso conocido como sustancia índice. Se enterraron separadamente 10 talegos en cada asociación a una profundidad de 5 cm. Estos se dejaron 97 días en sus sitios. Después se determinó la pérdida de peso del algodón que da referencia a la actividad de los microorganismos.

RESULTADOS

Las mediciones de la respiración del suelo, realizadas a temperaturas medioambientales entre 7^0 y 10^0 C y bajo condiciones meteorológicas húmedas dieron los resultados indicados en la tabla 1. Se nota una tendencia al alza de las asociaciones de *Diplostephium revolutum* degradada, *Calamagrostis effusa*, *Espeletia grandiflora* y *Geranium santanderiense*, *Calamagrostis effusa* y *Altesteinia fimbriata* a bosque bajo de páramo, pero hay pocas diferencias significativas. La mayoría de los valores encontrados se sitúan entre 120 y 190 mg CO_2/m^2h. Mientras la única serie de determinaciones en el bosque bajo de páramo daba un promedio por encima de la media general, se obtuvieron dos veces resultados menores en la asociación degradada de *Diplostephium revolutum*.

Las amplias oscilaciones de los resultados individuales, especialmente en la asociación degradada de *Diplostephium revolutum* indujeron a una serie de anotaciones sobre la composición de la capa vegetal en los sitios correspondientes a las mediciones de la respiración. No obstante lo indicado, los resultados de la tabla 2 no permiten establecer una relación entre la composición de la vegetación y la respiración del suelo.

TABLA 1

Respiración del suelo (mg CO_2/m^2h) (D.S.$_{5\%}$ * : 94,5)

Asociación	28 V 1971	8 VII 1971	5 XI 1971	21 VI 1972
De *Diplostephium revolutum* degradada	72,5	138,0	177,5	82,4
De *Calamagrostis effusa, Espeletia grandiflora* y *Geranium santanderiense*	159,8	128,5	164,5	
De *Calamagrostis effusa* y *Altesteinia fimbriata*	187,1	185,4	220,2	
Boscosa (bosque bajo de páramo)				245,1

TABLA 2

Comparación de la respiración del suelo y la composición de la vegetación en la asociación degradada de *Diplostephium revolutum*

(21 VI 1972)

Vegetación	Respiración del suelo (mg CO_2/m^2h)			
Casi sin vegetación, pocos musgos	84,4			
Musgos	125,4	38,4		
Musgos y gramíneas	74,3	130,8	84,4	
Musgos, gramíneas y hierbas	23,1	53,8	94,6	115,1

TABLA 3

Mineralización de celulosa

(Tiempo de exposición del algodón: 97 días, D.S.$_{5\%}$: 9,8)

Asociación	% de descomposición
De *Diplostephium revolutum* degradada	0,0
De *Calamagrostis effusa, Espeletia grandiflora* y *Geranium santanderiense*	2,6
De *Calamagrostis effusa* y *Altesteinia fimbriata*	6,9
Boscosa (bosque bajo de páramo)	34,8

---

* Diferencia significante al 5%.

En la tabla 3 se encuentran los resultados de los análisis de la mineralización de celulosa. Existe la tendencia similar a la respiración del suelo, desde una actividad de celulosólisis nula en la asociación degradada de *Diplostephium revolutum*, incrementándose ligeramente a las asociaciones de *Calamagrostis effusa, Espeletia grandiflora* y *Geranium santanderiense* y de *Calamagrostis effusa* y *Altesteinia fimbriata* y un máximo en el bosque bajo de páramo. Pero hay que advertir que sólo los valores de descomposición encontrados en el bosque bajo de páramo se elevaron significativamente sobre los resultados encontrados en las tres asociaciones restantes.

DISCUSION

Tanto la respiración del suelo como la actividad de celulosólisis son manifestaciones de procesos fisiológicos de microorganismos. Factores medioambientales que actúan sobre las funciones vitales pueden detener o promover tales procesos.

Temperatura y humedad ejercen la mayor influencia sobre la respiración del suelo, como indican trabajos de WEISSENBERG (1954), HABER (1958), DOUGLAS y TEDROW (1959), WIANT (1967 a, 1967 b), WITKAMP (1969) y KUCERA y KIRKHAM (1971). Otros factores como el pH, el tipo de suelo y la composición de la vegetación también juegan papel importante en dicho proceso. En coincidencia con estos resultados se encontraron los mayores valores de la respiración del suelo en regiones tropicales cálidas y húmedas (SCHULZE 1967 *), los menores al contrario en clima templado (LIETH y OUELETTE 1962, LÖTSCHERT 1965) y en la región paramuna de Venezuela (MEDINA 1968). La mayoría de los trabajos realizados en todas las regiones climáticas de la tierra comunican concentraciones de CO_2 de 100 - 500 mg/m^{2}h. Si bien la perpetua humedad que reina en los páramos colombianos se puede valorar como factor positivo para la actividad de los microorganismos, las temperaturas bajas y los suelos altamente ácidos son factores poco favorables. Pero la mayoría de los datos determinados tienen un nivel muy similar a resultados obtenidos bajo condiciones climáticas más favorables y superan notablemente los valores comunicados del páramo de Mucubají (Venezuela) (MEDINA 1968). Posiblemente la respiración relativamente baja en la asociación degradada de *Diplostephium revolutum* se atribuye a la saturación hídrica del suelo, la cual conduce a una reducción en el desprendimiento de CO_2 del suelo (KUCERA y KIRKHAM 1971).

---

* Valores probablemente demasiado altos (véase WALTER 1973).

Al comparar los datos de la respiración del suelo, se destaca el valor alto determinado en el bosque bajo de páramo. Existe la impresión de una notable actividad biológica del suelo bajo este tipo de vegetación al observar los porcentajes de descomposición de celulosa. Sólo en el bosque bajo de páramo se obtuvieron resultados que mantienen un nivel similar a valores determinados con el mismo método en suelos de clima templado (UNGER 1962, 1966b, STEUBING 1970) y del clima tropical de la costa atlántica colombiana en época de verano (STEUBING 1971). Ratas de descomposición tan bajas como las halladas en las asociaciones de *Diplostephium revolutum* degradada, de *Calamagrostis effusa, Espeletia grandiflora* y *Geranium santanderiense* y de *Calamagrostis effusa* y *Altesteinia fimbriata* se han encontrado en zonas de clima templado en los meses de la época fría, cuando las manifestaciones vitales de la naturaleza se reducen a un mínimo.

Las causas del comportamiento diferente de las cuatro asociaciones se pueden buscar parcialmente en el suelo menos compacto y más aireado del bosque, permitiendo en consecuencia un mayor intercambio gaseoso. Otro factor que se puede tener en cuenta es la composición de la masa vegetal muerta que depende de las especies presentes y que tiene influencia sobre la rapidez y la dimensión de los procesos de descomposición.

RESUMEN

Se determinaron la respiración y la actividad de celulosólisis del suelo en las asociaciones vegetales de *Diplostephium revolutum* degradada, de *Calamagrostis effusa, Espeletia grandiflora* y *Geranium santanderiense*, de *Calamagrostis effusa* y *Altesteinia fimbriata* y de un bosque bajo de páramo en el Páramo de Cruz Verde (Cundinamarca).

La mayoría de los promedios de la respiración del suelo se situaba entre 120 y 190 mg CO_2/m^2h. Valores menores se determinaron dos veces en la asociación degradada de *Diplostephium revolutum* (82,4 mg CO_2/m^2h, 72,5 mg CO_2/m^2h), valores mayores una vez en la asociación de *Calamagrostis effusa* y *Altesteinia fimbriata* (220,2 mg CO_2/m^2h) y en el bosque bajo de páramo (245,1 mg CO_2/m^2h).

La actividad de celulosólisis en el bosque bajo de páramo superaba notablemente la de las otras asociaciones vegetales mencionadas, en contraste en la asociación degradada de *Diplostephium revolutum* no se notó alguna descomposición de celulosa.

ZUSAMMENFASSUNG

In vier Pflanzengesellschaften des Páramo de Cruz Verde (Cundinamarca), nämlich der degradierten *Diplostephium revolutum* - Gesellschaft, der *Calamagrostis effusa* - *Espeletia grandiflora* - *Geranium santanderiense* - Gesellschaft, der *Calamagrostis effusa* - *Altesteinia fimbriata* - Gesellschaft und einer Gesellschaft des Páramo - Buschwaldes wurden Bodenatmung und zellulolytische Aktivität bestimmt.

Die Mehrzahl der bei den Bodenatmungsbestimmungen gefundenen Mittelwerte lag zwischen 120 und 190 mg CO_2/m^2h. In der degradierten *Diplostephium revolutum* - Gesellschaft wurde zweimal ein niedrigerer (82,4 mg CO_2/m^2h, 72,5 mg CO_2/m^2h), in der *Calamagrostis effusa* - *Altesteinia fimbriata* - Gesellschaft (220,2 mg CO_2/m^2h) und im Páramo - Buschwald (245,1 mg CO_2/m^2h) jeweils einmal ein höherer Wert bestimmt.

Die zellulolytische Aktivität war im Páramo - Buschwald um ein Vielfaches höher als in den drei anderen Pflanzengesellschaften, wo in der degradierten *Diplostephium revolutum* - Gesellschaft überhaupt kein Abbau feststellbar war.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos al biólogo Jesús Norato R. por su ayuda en los trabajos de campo.

BIBLIOGRAFIA

DOUGLAS, L. A. y J. C. F. TEDROW: Organic matter decomposition rates in arctic soils. Soil Sci. *88*, 305 - 312, 1959.

HABER, W.: Ökologische Untersuchung der Bodenatmung. Flora *146*, 109 - 157, 1958.

JENNY, H.: Great soil groups in the equatorial regions of Colombia, South America. Soil Sci. *66*, 5 - 28, 1948.

— Los grandes grupos de suelos en las regiones ecuatoriales de Colombia (Sur América). Boletín Técnico (Fed. Nac. Caf. Colombia) 7, 1 - 32, 1953.

KUCERA, C. L. y D. R. KIRKHAM: Soil respiration studies in tallgras prairie in Missouri. Ecology *52*, 912 - 915, 1971.

LOZANO-C., G. y R. SCHNETTER: Estudios ecológicos en el Páramo de Cruz Verde, Colombia. II. Las comunidades vegetales. Caldasia *11* (54), 1976.

LIETH, H. y R. OUELETTE: Studies on the vegetation of the Gaspé Peninsula. II. The soil vegetation of some plant communities. Canad. J. Bot. *40*, 127 - 140, 1962.

LÖTSCHERT, W.: Beiträge zur Ökologie der subatlantischen Zwergstrauchheide NW-Deutschlands. III. Niederschlag bei verschiedener Exposition und die CO_2-Abgabe des Bodens. Beitr. Biol. Pflanz. *41*, 359 - 366, 1965.

MEDINA, E.: Bodenatmung und Streuproduktion verschiedener tropischer Pflanzengemeinschaften. Ber. Dtsch. Bot. Ges. *81*, 159 - 168, 1968.

SCHEFFER, F. y P. SCHACHTSCHABEL: Lehrbuch der Bodenkunde. XIV y 473 pp., Stuttgart 1966.

SCHNETTER, R., G. LOZANO-C., M. L. SCHNETTER y H. CARDOZO G.: Estudios ecológicos en el Páramo de Cruz Verde, Colombia. I. Ubicación geográfica, factores climáticos y edáficos. Caldasia *11* (54), 1976.

SCHULZE, E. D.: Soil respiration of tropical vegetation types. Ecology *48*, 652 - 653, 1967.

STEUBING, L.: Soil flora: Studies of the number and activity of microorganisms in woodland soils. En: REICHLE, D. E.: Ecological Studies. Vol. 1. Analysis of temperate forest ecosystems, 131 - 146, 1970.

— Contribuciones a la mineralización de materiales orgánicos en la Isla de Salamanca. Mitt. Inst. Colombo-Alemán Invest. Cient. *5*, 11 - 18, 1971.

UNGER, H.: Über einige in Feldversuchen mit Zellulosetestbeuteln erzielte Ergebnisse. Thaer-Archiv *6*, 145 - 150, 1962.

— Arbeitsmethoden in der naturwissenschaftlichen und technischen Mikrobiologie. I. Der Gazebeuteltest. Eine Methode zur quantitativen Erfassung der biologischen Mineralisation organischer Substanzen im Boden. Zbl. Bakt. II. *120*, 60 - 79, 1966a.

— Die Mineralisierung verschiedener organischer Substanzen im Boden von Grünlandstandorten. Zbl. Bakt. II. *120*, 411 - 426, 1966 b.

WALTER, H.: Vegetationszonen und klima. 253 pp., Stuttgart 1973.

WEISSENBERG, H.: Die Mikroorganismentätigkeit auf rohhumushaltigem Heidesand, gemessen an der CO_2-Produktion. Z. Pflanzenernährung, Düng., Bodenkde. *66*, 227 - 239, 1954.

WIANT, H. V.: Influence of temperature on the rate of soil respiration. J. Forest. *65*, 489 - 490, 1967 a.

— Influence of moisture content on soil respiration. J. Forest. *65*, 902 - 903, 1967 b.

WITKAMP, M.: Cycles of temperature and carbon dioxide evolution from litter and soil. Ecology *50*, 922 - 924, 1969.